

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-168784

(43)Date of publication of application : 22.06.2001

(51)Int.Cl.

H04B 7/26

H04B 7/08

H04B 7/10

(21)Application number : 11-346907

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 06.12.1999

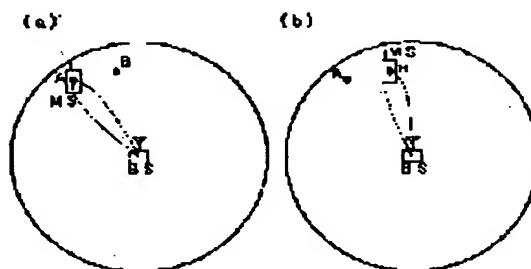
(72)Inventor : YAMADA TOMOYUKI  
UEHARA KAZUHIRO  
KUBOTA SHUJI

## (54) DIRECTIVITY/TRANSMISSION POWER CONTROL SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent deterioration of communication quality and interruption of communication due to incomplete directivity formation and incomplete transmission power control during a positioning period.

**SOLUTION:** A base station BS has a position predicting means predicting the position of a mobile station MS after a prescribed time. The base station BS predicts the position B of the mobile station MS after  $\Delta t$  based on the position and the moving speed of the mobile station, which are obtained during communication with the mobile station MS at a position A, by the position predicting means. Directivity is formed by making it follow the movement of the mobile station MS and transmission power is controlled in accordance with the distance between the mobile station MS and the base station BS.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.10.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention relates to the directivity and the transmitted power control system which controls the directivity of an antenna, and transmitted power to the distant office with which it communicates with with a base station and a mobile station, and one office or both offices communicate.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** A base station communicates in mobile communications, making directivity follow in the direction of the mobile station which is moving. Below, the directive formation approach and the transmitted power control approach by the conventional technique are explained. In addition, what is necessary is just to read a mobile station and a base station by the explanation described below, when the mobile station which moves forms directivity towards the direction of a base station.

**[0003]** Drawing 9 is the conceptual diagram showing the situation which is communicating by changing directivity one after another to the mobile station MS which the base station BS is moving. However, an actual change period is performed a period usually shorter than the period to illustrate. Specifically, the procedure which forms directivity begins from measuring the location of a mobile station MS. The base station BS possesses an arrival direction measurement means to measure the arrival direction of the electric wave which a mobile station MS emits, and can know [ of the electric wave measured with this arrival direction measurement means ] the direction of a mobile station MS from arrival. the arrival direction measurement of the former and an electric wave -- the beamformer method and Capon -- algorithms, such as law, linear predictive coding, the minimum norm method, MUSIC, and ESPRIT, can perform (adaptive signal processing by the array antenna: Nobuyoshi Kikuma work, technology publication). Moreover, the distance of a mobile station MS and a base station BS is calculable with measurement of the time delay by the time delay measurement means of an electric wave. Conventionally, time delay measurement is performed by the algorithm of the deformation version of MUSIC and ESPRFT (adaptive signal processing by the array antenna: Nobuyoshi Kikuma work, technology publication).

**[0004]** And by this arrival direction measurement and time delay measurement, since the direction (theta) and the length (gamma) of a vector which make a base station BS the starting point and make a mobile station MS a terminal point can be specified as shown in drawing 10 , the polar coordinate (gamma, theta) of a mobile station MS is known, and a location can be pinpointed. Then, a base station BS performs directive formation so that a main beam may be turned in this arrival direction, and it controls transmitted power according to the distance of a base station BS and a mobile station MS (U.S. Pat. No. 92 US9208613 TRANSMITTER POWER CONTROL SYSTEM:QUALCOMM INC.). For example, when the mobile station MS is distantly separated, transmitted power is strengthened, and if near, it will weaken. This transmitted power control is needed in order to avoid that the electric wave (here wave of choice) which a base station BS emits turns into an interference wave of other communication links as much as possible.

[0005] Now, the base station BS was premised on providing the directive control means in the explanation mentioned above. Specifically, a base station BS can form directivity now by taking the configuration shown in drawing 11. Antennas A1, A2, ..., Ak — plurality (the example of illustration K) — it is required, the multiplication of the complex waits  $w_1$ – $w_k$  is carried out to each antenna output signal  $x_1$ – $x_k$  with Multipliers M1–Mk, it adds with an adder A1, the comprehensive output  $y$  is obtained, and directivity is formed. As an approach of forming this directivity, it roughly divides and there are two networks. one — the arrival direction of the wave of choice — high — it is simple and fixed beamforming which turns a gain main beam, and is transmitted and received on low fixed gain in the direction of other. While another turns a main beam to the wave of choice, it is called the adaptive array which makes null positively in the direction of an interference wave (unnecessary wave).

[0006] Simple beamforming is adapted for existence of an interference wave, does not need to change the waits  $w_1$ – $w_k$  shown in drawing 11, and serves as a value merely beforehand decided by the direction of the wave of choice only. On the other hand, an adaptive array is the approach of changing a wait accommodative according to existence of an interference wave, and a base station BS serves as a configuration as shown in drawing 12 in this case. The base station BS to illustrate adjusts the complex waits  $w_1$ – $w_k$  accommodative by the adaptive processor 1 using the outputs  $x_1$ – $x_k$  of Antennas A1–Ak, and the comprehensive output  $y$ . However, in order to turn a main beam to the wave of choice and to turn null to an interference wave, it is necessary to know the arrival direction of the wave of choice in advance, and directivity is formed with the algorithm called MSN and DCMF in the conventional technique.

[0007] When the component engineering mentioned above is said directly, it is two, the location judging technique of a mobile station MS, and a directive control technique. First, the directive formation by the conventional technique using these two component engineerings measures the location of the actual mobile station MS at present, and is performed after measurement termination in the sequence of forming directivity by the directive control means using that positional information. Hereafter, the conventional technique in case a communication configuration is a burst communication link is explained in full detail with reference to drawing.

[0008] ~~Drawing 13 is the conceptual diagram showing the moving trucking of the mobile station in a burst communication link.~~ In drawing 13, a mobile station MS moves from a location A to a location F along with the continuous line to illustrate. Moreover, drawing 14 is the conceptual diagram showing a time change of the communication link condition between the base stations BS and mobile stations MS in drawing 13. In drawing 14, the axis of abscissa expresses the passage of time, and expresses the time zone when the part (TA–TF) to which the slash is given is communicating. The white part between time zone TA–TF which is communicating expresses the time zone which is not communicating. Time zone TA–TF which is communicating supports location A–F shown in drawing 13. For example, the location of the mobile station which is communicating in the time zone TA is the location A shown in drawing 13.

[0009] After a base station BS receives the electric wave emitted from a mobile station MS in a time zone A and performs the arrival direction measurement and time delay measurement, it performs directive formation and transmitted power control according to these arrival direction measurement and time delay measurement. Directivity is formed in the same process and it is the same also in locations C–F also in a location B.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the conventional technique mentioned above, the arrival direction measurement of the electric wave emitted from a mobile station MS and time delay measurement are not performed in an instant, but a certain amount of time amount is required. Furthermore, since directive formation / transmitted power control is performed after the measurement, time lag will arise. Since directivity is formed in the same process also in a location B, time lag exists too also in a location B. It is the same also at location C–F. In addition, in the time zone when the communication link is not performed, since the electric wave is not flying, measurement of it is attained only after measurement is impossible and starts a communication link at the point of a migration place.

[0011] Existence of the above-mentioned time lag means that directive formation is imperfect

during a measurement period. If it says by the adaptive array, during a measurement period, I hear that the condition that null cannot be made completely continues in the direction of an interference wave, and it is in it. Therefore, since it is influenced of an interference wave or will be in the condition that there is not sufficient gain for the direction of the wave of choice while the communication link is performed with imperfect directivity, there is also a possibility that degradation of communication link quality is brought about, and communicative cutting may arise in being the worst.

[0012] Thus, with the conventional technique, after measurement termination, the location of the actual mobile station MS at present was measured, and since it was the sequence of using the positional information and forming directivity by the directive control means, time lag arose, and the problem of bringing about degradation of communication link quality or communicative cutting was.

[0013] Moreover, with the conventional technique, if the planimetric features and the building which intercepts and attenuates an electric wave exist between a base station BS and a mobile station MS, a problem may arise in communication link quality and continuation of further a communication link. For example, in a location B, as shown in drawing 15, when a mobile station MS moves from a location A to a location F, although a base station BS and a mobile station MS are in a prospect, they may exist in a path in a location A as a certain obstruction 2 is an electric wave. In order to adjust transmitted power in proportion to the distance of a base station BS and a mobile station MS in the case of the conventional technique, since the electric wave which the mobile station MS which exists in a location B receives is decreased with the intermediate obstruction 2, it becomes weaker than the electric wave received in the location A. For this reason, the communication link with a mobile station MS and a base station BS may deteriorate, or when the worst, communicative cutting may arise.

[0014] In order to solve the above-mentioned problem, in the conventional technique, transmitted power is not adjusted with the distance of a mobile station MS and a base station BS, but the electric wave actually emitted from a mobile station MS is received, and there is a method of deciding the transmitted power of a base station BS from the strength of the received power. If this approach is used, the trouble mentioned above is solvable. Namely, a base station BS is that the received power of the electric wave emitted from the mobile station MS which moved to for example, the location B declined with the obstruction 2, if existence of an obstruction 2 is recognized, strengthens transmitted power and should just emit an electric wave.

[0015] However, even if it adopts the conventional method mentioned above, there is a problem. By this conventional method, the communication link with the mobile station MS which moved to the location B is started [ that an obstruction 2 exists between the mobile stations MS and base stations BS which were moved to the location B, and ], and when a base station BS measures the received power of the electric wave emitted from a mobile station MS, it is recognized for the first time. Therefore, it may be said that degradation of communication link quality or communicative cutting arises until time lag arises for measurement of received power and it completes measurement.

[0016] This invention was made in view of the situation mentioned above, and aims at offering the directivity and the transmitted power control system which can prevent cutting of degradation and a communication link of the communication link quality by the imperfect directive formation and the imperfect transmitted power control during a location measurement period.

[0017]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the trouble mentioned above, in invention according to claim 1 In the directivity and the transmitted power control system which controls the directive direction and the transmitted power to a distant office based on the physical relationship of said mobile station and said base station in case the fixed base station and the mobile station which moves communicate Said base station possesses a location prediction means to predict the location after fixed time amount of said mobile station, and it is characterized by controlling the transmitted power to said mobile station while it determines the

directive direction over said mobile station based on the prediction location of the mobile station predicted by said location prediction means.

[0018] In invention according to claim 2, it sets to directivity and a transmitted power control system according to claim 1. Moreover, said base station Based on time transition of the physical relationship of said mobile station and said base station, a passing speed calculation means to compute the passing speed of said mobile station is provided. Based on the physical relationship of said mobile station computed by said passing speed calculation means, and said base station, and the passing speed of said mobile station, it is characterized by predicting the location of the mobile station after fixed time amount.

[0019] In invention according to claim 3, it sets to directivity and a transmitted power control system according to claim 1. Moreover, said base station The planimetric-features database which accumulates the planimetric-features information about the planimetric features which exist on the ground is provided. It is based on the prediction location of said mobile station after said fixed time amount, and the planimetric-features information on said planimetric-features database. It judges whether the planimetric features which decrease or intercept an electric wave exist between said mobile stations and said base stations. When it is judged that planimetric features exist between said mobile stations and said base stations, according to the attenuation or cutoff extent of an electric wave by these planimetric features, it is characterized by controlling the transmitted power to said mobile station.

[0020] In invention according to claim 4, it sets to directivity and a transmitted power control system according to claim 1. Moreover, said base station The planimetric-features database which accumulates the planimetric-features information about the planimetric features which exist on the ground is provided. Based on the prediction location of said mobile station after said fixed time amount, and the planimetric-features information on said planimetric-features database, it judges whether the reflected wave by planimetric features exists. Said directive control means When it is judged by said reflected wave decision means that a reflected wave exists, it is characterized by forming directivity also in the direction of said reflected wave.

[0021] In order to solve the trouble mentioned above, moreover, in invention according to claim 5 In the directivity and the transmitted power control system which controls the directive direction and the transmitted power to a distant office based on the physical relationship of said mobile station and said base station in case the fixed base station and the mobile station which moves communicate Said mobile station possesses a location prediction means to predict the location after fixed time amount of a local station, and it is characterized by controlling the transmitted power to said base station while it determines the directive direction over said base station based on the prediction location of the local station predicted by said location prediction means.

[0022] Moreover, in invention according to claim 6, in directivity and a transmitted power control system according to claim 5, said mobile station possesses a passing speed calculation means to compute the passing speed of said mobile station, based on time transition of the physical relationship of a local station and said base station, and is characterized by predicting the location of the local station after fixed time amount based on the physical relationship of the local station computed by said passing speed calculation means, and said base station, and the passing speed of said local station.

[0023] In invention according to claim 7, it sets to directivity and a transmitted power control system according to claim 5. Moreover, said mobile station The planimetric-features database which accumulates the planimetric-features information about the planimetric features which exist on the ground is provided. It is based on the prediction location of the local station after said fixed time amount, and the planimetric-features information on said planimetric-features database. When it judges whether the planimetric features which decrease or intercept an electric wave exist between a local station and said base station and it is judged that planimetric features exist between a local station and said base station, according to the attenuation or cutoff extent of an electric wave by these planimetric features, it is characterized by controlling the transmitted power to a local station.

[0024] In invention according to claim 8, it sets to directivity and a transmitted power control system according to claim 5. Moreover, said mobile station The planimetric-features database

which accumulates the planimetric-features information about the planimetric features which exist on the ground is provided. When it judges whether the reflected wave by planimetric features exists based on the prediction location of the local station after said fixed time amount, and the planimetric-features information on said planimetric-features database and it is judged that a reflected wave exists, it is characterized by forming directivity also in the direction of said reflected wave.

[0025] While predicting the location of the mobile station after fixed time amount and determining the directive direction over said mobile station based on the prediction location of the this predicted mobile station, the transmitted power to said mobile station is controlled by this invention. Therefore, since it can communicate from communicative initiation with an ideal directivity pattern to the mobile station of a migration place, it becomes possible to avoid degradation of the communication link quality by the imperfect directivity pattern in a location measurement period, and communicative cutting, and it becomes possible to communicate in the best quality. Moreover, since it turns out beforehand whether an electric wave intercepts and declines from the prediction location of the mobile station of a migration place, and that it is said by using the planimetric-features database of geographical feature and a building what attenuation it is, before starting a communication link, transmitted power can be strengthened beforehand, and it becomes possible to avoid cutting of degradation and a communication link of communication link quality.

[0026]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained using a drawing.

A. Explain the 1st operation gestalt \*\*\*\* and the 1st operation gestalt of this invention. In addition, below, as mentioned above, BS and a mobile station are explained for a base station as an MS. In a \*\*\*\* 1 operation gestalt, the base station BS possesses a location prediction means to predict the location of the mobile station MS after fixed time amount. In order to predict the location of the mobile station MS after fixed time amount, it is necessary to get to know the location (x y) and passing speed (Vx/Vy) of a mobile station MS in this time. It can ask for the location (x', y') of the mobile station MS after fixed time amount (\*\*t) by the formula  $= (x\ y) + (Vx; Vy) \cdot t$ , using the location of a mobile station MS, and passing speed (x', y'). In addition, passing speed is obtained from the formula  $= (Vx, Vy) (x_2 - x_1, y_2 - y_1) / (t_2 - t_1)$ , using the location (x1, y1) of the mobile station MS of the time amount t1 and t2 which approached, and (x2, y2).

[0027] Thus, if the current position of a mobile station MS is known, the location of the mobile station MS after fixed time amount can also be predicted. As an approach of getting to know the location of a mobile station MS, as mentioned above, there is the approach of measuring the arrival direction and time delay of the electric wave emitted from a mobile station MS. Since the distance gamma of the arrival direction, the direction theta in which the mobile station MS is located from the time delay, and a mobile station MS and a base station BS is known, (gamma, theta) will be obtained as a polar coordinate showing the location of a mobile station MS, and the location of a mobile station MS can be pinpointed. In addition, although there is a directive control technique as a component engineering which constitutes a \*\*\*\* 1 operation gestalt, since this is the same as the conventional technique mentioned above, it omits explanation here.

[0028] Next, the location of the mobile station MS after fixed time amount by the \*\*\*\* 1 operation gestalt is predicted, and \*\* is just explained to the technique of performing directive formation / transmitted power control. As shown in drawing 1 as an example, the case where the burst communication link is being performed is considered. Here, its attention is paid to two bursts BA and BB. Communication link start time of Bursts BA and BB is set to tA and tB, respectively, and communication link end time is made into tA' and tB', respectively. Between communication link end time tA' and the communication link start time tB, time amount gap \*\*t to which a communication link is not performed exists. Drawing 2 is t=tA and the conceptual diagram showing the location of the mobile station MS in tB. Since it corresponds to locations A and B, respectively at the time of t=tA and tB and the mobile station MS is moving it with the passage of time, locations A and B serve as a different point.

[0029] With the \*\*\*\* 1 operation gestalt, as mentioned above, a location prediction means to

predict the location of the mobile station MS after fixed time amount is provided, and, as for the base station BS, the procedure mentioned above shows beforehand that a mobile station MS exists in a location A at the time of  $t=t_A$ . Then, to be shown in drawing 3 (a), directivity can be beforehand formed towards a location A and transmitted power can be controlled at the time of  $t=t_A$  according to the distance of a mobile station MS and a base station BS. Since the location of a mobile station MS can be measured while carrying out the communication link of Burst BA, based on the measurement result, directivity is changed one after another. And location measurement and directive formation are continuously performed to communication link end time  $t_A'$  of Burst BA. On the other hand, since time amount gap  $\Delta t$  to which the communication link is not performed exists in from  $t=t_A'$  before the communication link start time  $t_B$  of Burst BB, location measurement cannot be performed in the meantime. However, in a base station BS, since the location B of the mobile station MS after  $\Delta t$  can be predicted based on the location and passing speed of the mobile station for which it asked by communication link end time  $t_A'$ , at the time of the communication link start time  $t_B$ , directivity can be beforehand formed towards a location B and transmitted power can be controlled by the location prediction means according to the distance of a mobile station MS and a base station BS. This condition is shown in drawing 3 (b). And directivity is formed one by one in the same procedure, making migration of a mobile station MS follow.

[0030] In the example shown in drawing 2 mentioned above, although it was the case that a location A, distance with a base station BS, and a location B and distance with a base station BS were almost equal, as shown in drawing 4, also when the distance of locations A and B and a base station BS differs, it may happen actually. In this case, as shown in drawing 5 (a) and (b), transmitted power is controlled and it communicates with different transmitted power according to distance to locations A and B.

[0031] With the \*\*\*\* 1 operation gestalt mentioned above, since the location of the mobile station MS at the time of starting a burst communication link is predicted and directive formation / transmitted power control is beforehand performed with a location prediction means, it can communicate with nearly perfect directivity and transmitted power from the beginning of a burst communication link, and communication link quality can be raised.

[0032] B. Explain the 2nd operation gestalt, next the 2nd operation gestalt of this invention. With the 1st operation gestalt mentioned above, although the example in a burst communication link was explained next, the example and advantage at the time of applying to the continuous communication link as the 2nd operation gestalt of this invention are explained. In the conventional technique, when communicating with a base station BS continuously while a mobile station MS moves so that the continuous line shown in drawing 6 may be met, location measurement and directive formation are always performed continuously. However, this conventional method has the fault that the processing burden by the side of a base station BS becomes large. So, with the \*\*\*\* 2 operation gestalt, as shown in drawing 7, it is characterized by mitigating the processing burden by the side of a base station BS by performing location measurement discretely. Location measurement of two points (—, —) which approached in  $t_A$  at a certain time is performed, and the location and passing speed of a mobile station MS are calculated. and a time —  $t_A - t_B$  — in between, location measurement is not performed. instead, a time —  $t_A$  — having asked — a location — passing speed — using — a time —  $t_B$  — it can set — a mobile station — MS — a location is predicted and directive formation / transmitted power control is performed based on the prediction location. the same — a time —  $t_B, t_C, t_D$ , and  $t_E$  — also setting — again — having approached — two — a point — location measurement is performed and it processes in the same process. Thus, with the \*\*\*\* 2 operation gestalt, it has the advantage that the processing burden in the location measurement by the side of a base station BS can be lessened.

[0033] C. Explain the 3rd operation gestalt, next the 3rd operation gestalt of this invention. In addition, in order to give explanation easy, the example at the time of applying to a burst communication link is explained. As shown in drawing 8, a mobile station MS moves, in a location A, a base station BS and a mobile station MS shall be prospects, and the obstruction 2 which intercepts or attenuates an electric wave shall exist in a location B. If the geographical feature



and the building database which is accumulating the information (henceforth planimetric-features information) about the location and configuration (magnitude, height, etc. are included) of geographical feature, a building, etc. are provided and, as for the base station BS by the \*\*\*\* 3 operation gestalt, the location of a mobile station MS is known, it is possible to judge whether an obstruction 2 is between a base station BS and a mobile station MS. Then, when it is predicted that a mobile station MS moves to a location B, to the mobile station MS which moved to the location B, transmitted power is strengthened beforehand and it transmits. Thus, according to the \*\*\*\* 3 operation gestalt, the situation of degradation of the communication link quality resulting from the time lag by the received-power measurement by the conventional technique and communicative cutting is avoidable.

[0034] D. Explain the 4th operation gestalt, next the 4th operation gestalt of this invention. With a \*\*\*\* 4 operation gestalt, like the 3rd operation gestalt mentioned above, the base station BS possesses geographical feature and a building database, and when it is presumed that the electric wave with comparatively strong power which spreads between a base station BS and mobile stations MS using this geographical feature and building database consists of reflected waves not only by a direct wave but planimetric features (obstruction), it communicates by forming directivity also in the direction of a reflected wave. In this case, when the power of a direct wave is weak, directivity is not turned in the direction of a direct wave, but you may make it turn directivity only to a reflected wave. A location prediction means by which a base station BS predicts the location of the mobile station MS after fixed time amount in addition to the above-mentioned geographical feature and building database is provided like the 1st or 2nd operation gestalt. Moreover, with this location prediction means The location of the mobile station MS after fixed time amount is predicted, existence of a reflected wave is presumed in advance from the prediction location using the above-mentioned geographical feature and building database, and you may make it control directivity. Thus, according to the \*\*\*\* 4 operation gestalt, it has the advantage that communication link quality can be raised, by using positively the strong reflected wave of not only a direct wave but power.

[0035] E. Although directivity and transmitted power were controlled by the 1st or 4th operation gestalt which are other operation gestalten and which was mentioned above in the base station BS, not only this but the mobile station MS is equipped with a directive control means and a transmitted power control means, and while forming directivity to a base station BS, it may be made to communicate by this directive control means by controlling the transmitted power of a local station. Differing from the 1st thru/or the 4th operation gestalt mentioned above is the point that the station which forms directivity is not the base station BS but the mobile station MS. In this case, a mobile station MS possesses a physical relationship recognition means to recognize the physical relationship of a local station and a base station BS, calculates the location and passing speed of a local station from that physical relationship, predicts the location of the local station after fixed time amount with a location prediction means, and performs directive formation / transmitted power control beforehand by the directive control means and the transmitted power control means. Moreover, since the mobile station MS may know the moving trucking of a local station beforehand, it can also predict the location of the local station after fixed time amount using the moving trucking information.

[0036] Some approaches can be considered in order to realize a physical relationship recognition means to recognize the physical relationship of the mobile station MS and base station BS which were mentioned above. One is that a mobile station MS has a location measurement means to measure the location of a local station. A mobile station MS possesses the arrival direction measurement means and a time delay measurement means, and, specifically, pinpoints the location of a local station from the arrival direction and time delay of an electric wave from a base station BS. Also when a base station BS measures the location of a mobile station MS, it is indispensable, but when a mobile station MS performs location specification of a local station, an absolute direction measurement means to measure the include angle of the migration terminal over the axis of coordinates currently further fixed to the earth is required for this arrival direction measurement means and a time delay measurement means. Because, the arrival direction measured with the arrival direction measurement means is an include angle to a

migration terminal, and is because it is not a direction by any means. Then, what is necessary is just to measure the include angle of the migration terminal over the axis of coordinates fixed to the earth, in order to know a direction absolutely. A bearing magnet, a gyroscope, etc. are mentioned as this absolute direction measurement means.

[0037] Moreover, the option which realizes a physical relationship recognition means to recognize the physical relationship of a mobile station MS and a base station BS is an approach of a base station BS measuring the location of a mobile station MS, and telling a mobile station MS about it. It is not necessary to provide a means for a mobile station MS to perform location specification of a local station, and there is an advantage that the load of a mobile station MS is mitigable, by this approach.

[0038] By the way, although a mobile station MS calculates the prediction location of a local station and forms directivity in the direction of a base station BS when a mobile station MS performs directive formation, an absolute direction measurement means to measure the include angle of the migration terminal over the axis of coordinates fixed to the earth is indispensable also at this time. It is because it is necessary to get to know the include angle of the migration terminal over the axis of coordinates fixed to the earth in order to draw absolutely the wait of a base station BS by which each antenna output of a migration terminal is multiplied from a direction.

[0039] Moreover, although the base station BS explained the technique which possesses a directive control means, a transmitted power control means, geographical feature and a building database, and a location prediction means, and controls [directivity-] or controls [transmitted-power-] with the 3rd or 4th operation gestalt mentioned above Not only this but the mobile station MS possesses a directive control means, a transmitted power control means, geographical feature and a building database, and a location prediction means, presumes a reflected wave using geographical feature and a building database, and may be made to perform the directive control or transmitted power control to a base station BS. That is, the subject who forms directivity is replaced with a base station BS, and it is good also as a mobile station MS.

[0040]

[Effect of the Invention] As explained above, while according to this invention predicting the location of the mobile station after fixed time amount and determining the directive direction over said mobile station based on the prediction location of the this predicted mobile station, the transmitted power to said mobile station is controlled. Therefore, since it can communicate from communicative initiation with an ideal directivity pattern to the mobile station of a migration place, degradation of the communication link quality by the imperfect directivity pattern in a location measurement period and communicative cutting can be avoided, and the advantage that it can communicate in the best quality is acquired. Moreover, since it turns out beforehand whether an electric wave intercepts and declines from the prediction location of a mobile station, and that it is said by using the planimetric-features database of geographical feature and a building what attenuation it is, before starting a communication link, transmitted power can be strengthened beforehand, and the advantage that cutting of degradation and a communication link of communication link quality is avoidable is acquired.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the directivity and the transmitted power control system which controls the directive direction and the transmitted power to a distant office based on the physical relationship of said mobile station and said base station in case the fixed base station and the mobile station which moves communicate While said base station determines the directive direction over said mobile station based on the prediction location of the mobile station which possessed a location prediction means to predict the location after fixed time amount of said mobile station, and was predicted by said location prediction means The directivity and the transmitted power control system characterized by controlling the transmitted power to said mobile station.

[Claim 2] Said base station is the directivity and a transmitted power control system according to claim 1 characterized by predicting the location of the mobile station after fixed time amount based on the passing speed of said mobile station which possessed a passing speed calculation means to compute the passing speed of said mobile station, based on time transition of the physical relationship of said mobile station and said base station, and was computed by the physical relationship and said passing speed calculation means of said mobile station and said base station.

[Claim 3] Said base station possesses the planimetric-features database which accumulates the planimetric-features information about the planimetric features which exist on the ground. It is based on the prediction location of said mobile station after said fixed time amount, and the planimetric-features information on said planimetric-features database. It judges whether the planimetric features which decrease or intercept an electric wave exist between said mobile stations and said base stations. The directivity and the transmitted power control system according to claim 1 characterized by controlling the transmitted power to said mobile station according to the attenuation or cutoff extent of an electric wave by these planimetric features when it is judged that planimetric features exist between said mobile stations and said base stations.

[Claim 4] Said base station possesses the planimetric-features database which accumulates the planimetric-features information about the planimetric features which exist on the ground. Based on the prediction location of said mobile station after said fixed time amount, and the planimetric-features information on said planimetric-features database, it judges whether the reflected wave by planimetric features exists. Said directive control means The directivity and the transmitted power control system according to claim 1 characterized by forming directivity also in the direction of said reflected wave when it is judged by said reflected wave decision means that a reflected wave exists.

[Claim 5] In the directivity and the transmitted power control system which controls the directive direction and the transmitted power to a distant office based on the physical relationship of said mobile station and said base station in case the fixed base station and the mobile station which moves communicate While said mobile station determines the directive direction over said base station based on the prediction location of the local station which possessed a location prediction means to predict the location after fixed time amount of a local

station, and was predicted by said location prediction means The directivity and the transmitted power control system characterized by controlling the transmitted power to said base station.

[Claim 6] Said mobile station is the directivity and a transmitted power control system according to claim 5 characterized by predicting the location of the local station after fixed time amount based on the passing speed of the local station which possessed a passing speed calculation means to compute the passing speed of said mobile station, based on time transition of the physical relationship of a local station and said base station, and was computed by the physical relationship and said passing speed calculation means of a local station and said base station.

[Claim 7] Said mobile station possesses the planimetric-features database which accumulates the planimetric-features information about the planimetric features which exist on the ground. It is based on the prediction location of the local station after said fixed time amount, and the planimetric-features information on said planimetric-features database. It judges whether the planimetric features which decrease or intercept an electric wave exist between a local station and said base station. The directivity and the transmitted power control system according to claim 5 characterized by controlling the transmitted power to a local station according to the attenuation or cutoff extent of an electric wave by these planimetric features when it is judged that planimetric features exist between a local station and said base station.

[Claim 8] Said mobile station is the directivity and a transmitted power control system according to claim 5 characterized by forming directivity also in the direction of said reflected wave when the planimetric-features database which accumulates the planimetric-features information about the planimetric features which exist on the ground is provided, it judges whether the reflected wave by planimetric features exists based on the prediction location of the local station after said fixed time amount, and the planimetric-features information on said planimetric-features database and it is judged that a reflected wave exists.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-168784

(P2001-168784A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト <sup>7</sup> (参考)
H 0 4 B	7/26	H 0 4 B	D 5 K 0 5 9
	7/08		A 5 K 0 6 7
	7/10		B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-346907

(22) 出願日 平成11年12月6日 (1999.12.6)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 山田 知之

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 上原 一浩

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

最終頁に続く

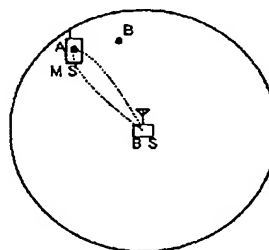
(54) 【発明の名称】 指向性・送信電力制御方式

(57) 【要約】

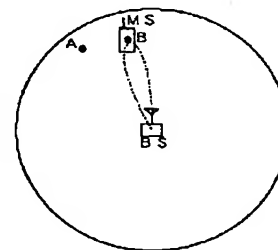
【課題】 位置測定期間中の不完全な指向性形成・不完全な送信電力制御による通信品質の劣化・通信の切断を防止する。

【解決手段】 基地局BSは、一定時間後の移動局MSの位置を予測する位置予測手段を具備している。基地局BSは、位置予測手段により、位置Aにおける移動局MSとの通信中に求めた移動局の位置と移動速度とに基づいて、 $\Delta t$ 後の移動局MSの位置Bを予測し、移動局MSの移動に追従させながら指向性を形成するとともに、移動局MSと基地局BSとの距離に応じて送信電力を制御する。

(a)



(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定された基地局と移動する移動局とが通信を行う際に、前記移動局と前記基地局との位置関係に基づいて、相手局に対する指向性の方向ならびに送信電力を制御する指向性・送信電力制御方式において、前記基地局は、前記移動局の一定時間後の位置を予測する位置予測手段を具備し、前記位置予測手段により予測された移動局の予測位置に基づいて、前記移動局に対する指向性の方向を決定するとともに、前記移動局に対する送信電力を制御することを特徴とする指向性・送信電力制御方式。

【請求項2】 前記基地局は、前記移動局と前記基地局との位置関係の時間的な遷移に基づいて、前記移動局の移動速度を算出する移動速度算出手段を具備し、前記移動局と前記基地局との位置関係および前記移動速度算出手段により算出された前記移動局の移動速度に基づいて、一定時間後の移動局の位置を予測することを特徴とする請求項1記載の指向性・送信電力制御方式。

【請求項3】 前記基地局は、地上に存在する地物に関する地物情報を蓄積する地物データベースを具備し、前記一定時間後の前記移動局の予測位置および前記地物データベースの地物情報に基づいて、前記移動局と前記基地局との間に電波を減衰もしくは遮断する地物が存在するか否かを判断し、前記移動局と前記基地局との間に地物が存在すると判断された場合、該地物による電波の減衰もしくは遮断程度に応じて、前記移動局に対する送信電力を制御することを特徴とする請求項1記載の指向性・送信電力制御方式。

【請求項4】 前記基地局は、地上に存在する地物に関する地物情報を蓄積する地物データベースを具備し、前記一定時間後の前記移動局の予測位置および前記地物データベースの地物情報に基づいて、地物による反射波が存在するか否かを判断し、前記指向性制御手段は、前記反射波判断手段により、反射波が存在すると判断された場合、前記反射波の方向にも指向性を形成することを特徴とする請求項1記載の指向性・送信電力制御方式。

【請求項5】 固定された基地局と移動する移動局とが通信を行う際に、前記移動局と前記基地局との位置関係に基づいて、相手局に対する指向性の方向ならびに送信電力を制御する指向性・送信電力制御方式において、前記移動局は、自局の一定時間後の位置を予測する位置予測手段を具備し、前記位置予測手段により予測された自局の予測位置に基

づいて、前記基地局に対する指向性の方向を決定するとともに、前記基地局に対する送信電力を制御することを特徴とする指向性・送信電力制御方式。

【請求項6】 前記移動局は、自局と前記基地局との位置関係の時間的な遷移に基づいて、前記移動局の移動速度を算出する移動速度算出手段を具備し、自局と前記基地局との位置関係および前記移動速度算出手段により算出された自局の移動速度に基づいて、一定時間後の自局の位置を予測することを特徴とする請求項5記載の指向性・送信電力制御方式。

【請求項7】 前記移動局は、地上に存在する地物に関する地物情報を蓄積する地物データベースを具備し、前記一定時間後の自局の予測位置および前記地物データベースの地物情報に基づいて、自局と前記基地局との間に電波を減衰もしくは遮断する地物が存在するか否かを判断し、自局と前記基地局との間に地物が存在すると判断された場合、該地物による電波の減衰もしくは遮断程度に応じて、自局に対する送信電力を制御することを特徴とする請求項5記載の指向性・送信電力制御方式。

【請求項8】 前記移動局は、地上に存在する地物に関する地物情報を蓄積する地物データベースを具備し、前記一定時間後の自局の予測位置および前記地物データベースの地物情報に基づいて、地物による反射波が存在するか否かを判断し、反射波が存在すると判断された場合、前記反射波の方向にも指向性を形成することを特徴とする請求項5記載の指向性・送信電力制御方式。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基地局と移動局で通信を行い、一方の局もしくは両方の局が通信する相手局に対し、アンテナの指向性および送信電力を制御する指向性・送信電力制御方式に関する。

【0002】

【従来の技術】移動体通信においては、基地局は、移動している移動局の方向に指向性を追従させながら通信を行うようになっている。以下に、従来技術による指向性形成方法および送信電力制御方法について説明する。なお、移動する移動局が基地局の方向に向けて指向性を形成する場合には、以下に述べる説明で移動局と基地局を読み替えばよい。

【0003】図9は、基地局BSが、移動している移動局MSに対して次々に指向性を切り替えて通信を行っている状況を示す概念図である。但し、実際の切り替え周期は、通常、図示する周期よりもっと短い周期で行われる。指向性を形成する手順は、具体的には、移動局MS

の位置を測定することから始まる。基地局BSは、移動局MSの発する電波の到来方向を測定する到来方向測定手段を具備しており、該到来方向測定手段により測定した電波の到来方向から、移動局MSの方向を知ることができる。従来、電波の到来方向測定は、ビームフォーマー法、Capon法、線形予測法、最小ノルム法、MUSIC、ESPRIT等のアルゴリズムで行うことができる（アレーアンテナによる適応信号処理：菊間信良著、科学技術出版）。また、電波の遅延時間測定手段による遅延時間の測定により、移動局MSと基地局BSとの距離を計算することができる。従来、遅延時間測定は、MUSIC、ESPRITの変形版のアルゴリズムで行われている（アレーアンテナによる適応信号処理：菊間信良著、科学技術出版）。

【0004】そして、この到来方向測定と遅延時間測定により、図10に示すように、基地局BSを始点とし、移動局MSを終点とするベクトルの方向( $\theta$ )と長さ( $r$ )が特定できるので、移動局MSの極座標( $r$ ,  $\theta$ )が分り、位置を特定できるのである。そこで、基地局BSは、この到来方向にメインビームを向けるように指向性形成を行い、基地局BSと移動局MSとの距離に応じて送信電力を制御する（米国特許92US9208613 TRANSMITTER POWER CONTROL SYSTEM: QUALCOMM INC.）。例えば、移動局MSが遠く離れている場合には、送信電力を強くし、近ければ弱くする。この送信電力制御は、基地局BSの発する電波（ここでは希望波）が他の通信の干渉波になることを極力避けるために必要とされる。

【0005】さて、上述した説明では、基地局BSが指向性制御手段を具備していることを前提とした。具体的には、基地局BSは、図11に示す構成をとることにより、指向性を形成できるようになっている。アンテナA1, A2, ..., Akは、複数（図示の例ではK本）必要であり、それぞれのアンテナ出力信号 $x_1 \sim x_k$ に複素ウェイト $w_1 \sim w_k$ を乗算器M1~Mkで乗算し、加算器A1で足し合わせ、総合出力 $y$ を得て指向性を形成する。この指向性を形成する方法としては、大きく分けて2つの系統がある。1つは、希望波の到来方向に高利得なメインビームを向け、その他の方向には一定の低い利得で送受信する単純で固定的なビームフォーミングである。もう1つは、希望波にメインビームを向ける一方、干渉波（不要波）の方向に積極的にヌルを作るアダプティブアレイと呼ばれるものである。

【0006】単純なビームフォーミングは、干渉波の存在に適応して、図11に示すウェイト $w_1 \sim w_k$ を変える必要はなく、ただ単に希望波の方向によって予め決まった値となる。一方、アダプティブアレイは、干渉波の存在に応じて適応的にウェイトを変化させる方法で、この場合、基地局BSは、図12に示すような構成とな

る。図示する基地局BSは、アンテナA1~Akの出力 $x_1 \sim x_k$ および総合出力 $y$ を用いてアダプティブプロセッサ1により、適応的に複素ウェイト $w_1 \sim w_k$ を調節する。但し、希望波にメインビームを向け、干渉波にヌルを向けるためには、希望波の到来方向を事前に知っておく必要があり、従来技術においては、MSN, DCMFと呼ばれるアルゴリズムで指向性が形成される。

【0007】上述した要素技術を端的に言うと、移動局MSの位置判定技術と指向性制御技術の2つである。この2つの要素技術を用いた従来技術による指向性形成は、まず、現時点における実際の移動局MSの位置を測定し、測定終了後、その位置情報を用いて指向性制御手段で指向性を形成するという順番で行われる。以下、通信形態がバースト通信の場合における従来技術について図を参照して詳述する。

【0008】図13は、バースト通信の場合における移動局の移動経路を示す概念図である。図13において、移動局MSは、図示する実線に沿って、位置Aから位置Fまで移動する。また、図14は、図13における基地局BSと移動局MSとの間における通信状態の時間的な変化を示す概念図である。図14において、横軸は、時間の経過を表しており、斜線が施されている部分(TA~TF)が通信を行っている時間帯を表している。通信を行っている時間帯TA~TFの間の白い部分は、通信を行っていない時間帯を表している。通信を行っている時間帯TA~TFは、図13に示す位置A~Fに対応している。例えば、時間帯TAで通信を行っている移動局の位置は、図13に示す位置Aである。

【0009】基地局BSは、時間帯Aで移動局MSから発せられる電波の受信を行い、到来方向測定、遅延時間測定を行った後、これら到来方向測定、遅延時間測定に従って、指向性形成および送信電力制御を行う。位置Bでも同じ過程で指向性が形成され、位置C~Fにおいても同様である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来技術において、移動局MSから発せられる電波の到来方向測定、遅延時間測定は、一瞬で行われるのではなく、ある程度の時間が必要である。さらに、指向性形成・送信電力制御は、その測定の後に行われるので、タイムラグが生じることになる。位置Bでも同じ過程で指向性が形成されるので、やはり位置Bでもタイムラグが存在する。位置C~Fでも同様である。なお、通信が行われていない時間帯においては、電波が飛んでいないので測定はできず、移動先の地点で通信を開始して初めて測定が可能となる。

【0011】上記タイムラグの存在は、測定期間中においては、指向性形成が不完全であることを意味している。アダプティブアレイで言えば、測定期間中は、干渉波の方向にヌルを完全に作れていない状態が続くという

ことである。したがって、不完全な指向性で通信が行われている間、干渉波の影響を受けたり、希望波の方向に十分な利得がない状態になるので、通信品質の劣化をもたらし、また、最悪の場合には、通信の切断が生じる恐れもある。

【0012】このように、従来技術では、現時点の実際の移動局MSの位置を測定し、測定終了後に、その位置情報を用いて指向性制御手段で指向性を形成するという順番であるため、タイムラグが生じ、通信品質の劣化もしくは通信の切断をもたらすという問題があった。

【0013】また、従来技術では、基地局BSと移動局MSとの間に電波を遮断・減衰させる地物・建物が存在すると、通信品質、さらには通信の継続に問題が生じる場合がある。例えば、図15に示すように、移動局MSが位置Aから位置Fまで移動する時、位置Aでは基地局BSと移動局MSは、見通しにあるが、位置Bでは何らかの障害物2が電波の通り道に存在する場合がある。従来技術の場合には、基地局BSと移動局MSとの距離に比例して送信電力を調節するため、位置Bに存在する移動局MSが受信する電波は、途中の障害物2により減衰されるので、位置Aで受信した電波よりも弱くなる。このため、移動局MSと基地局BSとの通信が劣化したり、最悪の場合には、通信の切断が生じる可能性もある。

【0014】上記問題を解決するために、従来技術において、移動局MSと基地局BSとの距離により送信電力を調節するのではなく、実際に移動局MSから発せられる電波を受信して、その受信電力の強弱から基地局BSの送信電力を決めるという方法がある。この方法を用いると、上述した問題点を解決することができる。すなわち、基地局BSは、例えば、位置Bに移動した移動局MSから発せられる電波の受信電力が障害物2により減衰されたことで、障害物2の存在を認識したら、送信電力を強めて電波を放射すればよい。

【0015】しかしながら、上述した従来方式を採用しても問題がある。この従来方式では、基地局BSは、位置Bに移動した移動局MSと基地局BSとの間に障害物2が存在することを、位置Bに移動した移動局MSとの通信が開始され、移動局MSから発せられる電波の受信電力を測定した時点で、初めて認識する。ゆえに、受信電力の測定のためにタイムラグが生じ、測定を完了するまで、通信品質の劣化もしくは通信の切断が生じるという可能性がある。

【0016】この発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、位置測定期間中の不完全な指向性形成・不完全な送信電力制御による通信品質の劣化・通信の切断を防止することができる指向性・送信電力制御方式を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】 上述した問題点を解決す

るために、請求項1記載の発明では、固定された基地局と移動する移動局とが通信を行う際に、前記移動局と前記基地局との位置関係に基づいて、相手局に対する指向性の方向ならびに送信電力を制御する指向性・送信電力制御方式において、前記基地局は、前記移動局の一定時間後の位置を予測する位置予測手段を具備し、前記位置予測手段により予測された移動局の予測位置に基づいて、前記移動局に対する指向性の方向を決定するとともに、前記移動局に対する送信電力を制御することを特徴とする。

【0018】また、請求項2記載の発明では、請求項1記載の指向性・送信電力制御方式において、前記基地局は、前記移動局と前記基地局との位置関係の時間的な遷移に基づいて、前記移動局の移動速度を算出する移動速度算出手段を具備し、前記移動速度算出手段により算出された前記移動局と前記基地局との位置関係および前記移動局の移動速度に基づいて、一定時間後の移動局の位置を予測することを特徴とする。

【0019】また、請求項3記載の発明では、請求項1記載の指向性・送信電力制御方式において、前記基地局は、地上に存在する地物に関する地物情報を蓄積する地物データベースを具備し、前記一定時間後の前記移動局の予測位置および前記地物データベースの地物情報に基づいて、前記移動局と前記基地局との間に電波を減衰もしくは遮断する地物が存在するか否かを判断し、前記移動局と前記基地局との間に地物が存在すると判断された場合、該地物による電波の減衰もしくは遮断程度に応じて、前記移動局に対する送信電力を制御することを特徴とする。

【0020】また、請求項4記載の発明では、請求項1記載の指向性・送信電力制御方式において、前記基地局は、地上に存在する地物に関する地物情報を蓄積する地物データベースを具備し、前記一定時間後の前記移動局の予測位置および前記地物データベースの地物情報に基づいて、地物による反射波が存在するか否かを判断し、前記指向性制御手段は、前記反射波判断手段により、反射波が存在すると判断された場合、前記反射波の方向にも指向性を形成することを特徴とする。

【0021】また、上述した問題点を解決するために、請求項5記載の発明では、固定された基地局と移動する移動局とが通信を行う際に、前記移動局と前記基地局との位置関係に基づいて、相手局に対する指向性の方向ならびに送信電力を制御する指向性・送信電力制御方式において、前記移動局は、自局の一定時間後の位置を予測する位置予測手段を具備し、前記位置予測手段により予測された自局の予測位置に基づいて、前記基地局に対する指向性の方向を決定するとともに、前記基地局に対する送信電力を制御することを特徴とする。

【0022】また、請求項6記載の発明では、請求項5記載の指向性・送信電力制御方式において、前記移動局



は、自局と前記基地局との位置関係の時間的な遷移に基づいて、前記移動局の移動速度を算出する移動速度算出手段を具備し、前記移動速度算出手段により算出された自局と前記基地局との位置関係および前記自局の移動速度に基づいて、一定時間後の自局の位置を予測することを特徴とする。

【0023】また、請求項7記載の発明では、請求項5記載の指向性・送信電力制御方式において、前記移動局は、地上に存在する地物に関する地物情報を蓄積する地物データベースを具備し、前記一定時間後の自局の予測位置および前記地物データベースの地物情報に基づいて、自局と前記基地局との間に電波を減衰もしくは遮断する地物が存在するか否かを判断し、自局と前記基地局との間に地物が存在すると判断された場合、該地物による電波の減衰もしくは遮断程度に応じて、自局に対する送信電力を制御することを特徴とする。

【0024】また、請求項8記載の発明では、請求項5記載の指向性・送信電力制御方式において、前記移動局は、地上に存在する地物に関する地物情報を蓄積する地物データベースを具備し、前記一定時間後の自局の予測位置および前記地物データベースの地物情報に基づいて、地物による反射波が存在するか否かを判断し、反射波が存在すると判断された場合、前記反射波の方向にも指向性を形成することを特徴とする。

【0025】この発明では、一定時間後の移動局の位置を予測し、該予測された移動局の予測位置に基づいて、前記移動局に対する指向性の方向を決定するとともに、前記移動局に対する送信電力を制御する。したがって、移動先の移動局に対して通信の開始から理想的な指向性パターンで通信を行うことができるため、位置測定期間中の不完全な指向性パターンによる通信品質の劣化、通信の切断を避けることが可能となり、最良の品質で通信を行うことが可能となる。また、地形・建物の地物データベースを用いることで、移動先の移動局の予測位置から電波が遮断・減衰されるか否か、どの程度の減衰か、ということが予め分るので、通信を開始する前に予め送信電力を強めておくことができ、通信品質の劣化・通信の切断を避けることが可能となる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

#### A. 第1実施形態

まず、本発明の第1実施形態について説明する。なお、以下では、前述したように、基地局をBS、移動局をMSとして説明する。本第1実施形態においては、基地局BSは、一定時間後の移動局MSの位置を予測する位置予測手段を具備している。一定時間後の移動局MSの位置を予測するためには、現時点での移動局MSの位置 $(x, y)$ と移動速度 $(V_x/V_y)$ を知る必要がある。一定時間 $(\Delta t)$ 後の移動局MSの位置 $(x', y')$

は、移動局MSの位置、移動速度を用い $(x', y') = (x, y) + (V_x, V_y) \Delta t$ という式で求めることができる。なお、移動速度は、近接した時間 $t_1, t_2$ の移動局MSの位置 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ を用いて $(V_x, V_y) = (x_2 - x_1, y_2 - y_1) / (t_2 - t_1)$ という式から得られる。

【0027】このように、移動局MSの現在位置が分れば、一定時間後の移動局MSの位置も予測することができる。移動局MSの位置を知る方法としては、前述したように、移動局MSから発せられる電波の到来方向と遅延時間を測定する方法がある。到来方向、遅延時間から移動局MSの位置している方向 $\theta$ と、移動局MSと基地局BSとの距離 $r$ とが分るので、移動局MSの位置を表わす極座標として $(r, \theta)$ が得られることになり、移動局MSの位置を特定することができる。なお、本第1実施形態を構成する要素技術として指向性制御技術があるが、これは、前述した従来技術と同じであるので、ここでは説明を省略する。

【0028】次に、本第1実施形態による、一定時間後の移動局MSの位置を予測して、指向性形成・送信電力制御を行う技術についてを説明する。一例として図1に示すように、バースト通信を行っている場合を考える。ここでは、2つのバーストBA、BBに着目する。バーストBA、BBの通信開始時間を、それぞれ $t_A, t_B$ とし、通信終了時間を、それぞれ $t_A', t_B'$ とする。通信終了時間 $t_A'$ と通信開始時間 $t_B$ との間には、通信が行われない時間ギャップ $\Delta t$ が存在する。図2は、 $t = t_A, t_B$ における移動局MSの位置を示す概念図である。 $t = t_A, t_B$ の時は、それぞれ位置A、Bに対応し、時間の経過と共に移動局MSが移動しているので位置A、Bは異なる地点となる。

【0029】本第1実施形態では、基地局BSは、上述したように、一定時間後の移動局MSの位置を予測する位置予測手段を具備しており、上述した手順により、 $t = t_A$ の時点において、移動局MSが位置Aに存在することが予め分かっている。そこで、 $t = t_A$ の時点で、図3(a)に示すように、位置Aに向けて指向性を予め形成し、移動局MSと基地局BSとの距離に応じて送信電力を制御することができる。バーストBAの通信をしている間は、移動局MSの位置を測定することができるので、測定結果に基づいて指向性を次々に変えていく。そして、バーストBAの通信終了時間 $t_A'$ まで位置測定・指向性形成が連続して行われる。一方、 $t = t_A'$ からバーストBBの通信開始時間 $t_B$ までの間には、通信が行われていない時間ギャップ $\Delta t$ が存在するので、この間は、位置測定ができない。しかしながら、基地局BSにおいては、位置予測手段により、通信終了時間 $t_A'$ で求めた移動局の位置と移動速度とに基づいて、 $\Delta t$ 後の移動局MSの位置Bが予測できるので、通信開始時間 $t_B$ の時、位置Bに向けて指向性を予め形成し、移

動局MSと基地局BSとの距離に応じて送信電力を制御することができる。この状態が図3(b)に示されている。そして、同様な手順で、移動局MSの移動に追従させながら指向性が順々に形成される。

【0030】上述した図2に示す例では、位置Aと基地局BSとの距離と、位置Bと基地局BSとの距離とがほぼ等しい場合であったが、図4に示すように位置A、Bと基地局BSとの距離が異なる場合も現実には起こり得る。この場合、図5(a)、(b)に示すように、送信電力を制御し、位置A、Bに対して、距離に応じて異なる送信電力で通信を行う。

【0031】上述した本第1実施形態では、位置予測手段により、バースト通信を開始する時点の移動局MSの位置を予測し、予め指向性形成・送信電力制御を行うので、バースト通信の最初からほぼ完全な指向性・送信電力で通信を行うことができ、通信品質を向上させることができる。

#### 【0032】B. 第2実施形態

次に、本発明の第2実施形態について説明する。上述した第1実施形態では、バースト通信の場合の例について説明したが、次に、本発明の第2実施形態として、連続した通信に適用した場合の例とその利点について説明する。従来技術においては、図6に示す実線に沿うように、移動局MSが移動しながら、連続して基地局BSと通信を行う場合、位置測定、指向性形成は常に連続して行われる。しかしながら、この従来方式は、基地局BS側の処理負担が大きくなるという欠点がある。そこで、本第2実施形態では、図7に示すように、位置測定を離散的に行うことにより、基地局BS側の処理負担を軽減することを特徴としている。ある時点tAにおいて近接した2点(●, ●)の位置測定を行い、移動局MSの位置と移動速度とを計算する。そして、時点tA～tBの間では位置測定を行わない。その代わりに、時点tAで求めた位置と移動速度とを用いて、時点tBにおける移動局MSの位置を予測し、その予測位置に基づいて指向性形成・送信電力制御を行う。同様に、時点tB、tC、tD、tEにおいても、再び近接した2点の位置測定を行い、同様の過程で処理を行う。このように、本第2実施形態では、基地局BS側の位置測定における処理負担を少なくできるという利点を有している。

#### 【0033】C. 第3実施形態

次に、本発明の第3実施形態について説明する。なお、説明を容易にするために、バースト通信に適用した場合の例について説明する。図8に示すように、移動局MSが移動し、位置Aでは、基地局BSと移動局MSとは見通しであり、位置Bでは、電波を遮断もしくは減衰させる障害物2が存在するものとする。本第3実施形態による基地局BSは、地形や建物などの位置や形状(大きさ、高さなどを含む)に関する情報(以下、地物情報という)を蓄積している地形・建物データベースを具備し

ており、移動局MSの位置が分れば、基地局BSと移動局MSとの間に障害物2があるか否かを判断することが可能となっている。そこで、移動局MSが位置Bに移動することが予測された場合、位置Bに移動した移動局MSに対して送信電力を予め強くして送信する。このように、本第3実施形態によれば、従来技術による受信電力測定によるタイムラグに起因する通信品質の劣化および通信の切断という事態を避けることができる。

#### 【0034】D. 第4実施形態

次に、本発明の第4実施形態について説明する。本第4実施形態では、上述した第3実施形態と同様に、基地局BSが地形・建物データベースを具備しており、該地形・建物データベースを用いて、基地局BSと移動局MSとの間を伝搬する比較的電力の強い電波が、直接波のみならず地物(障害物)による反射波から構成されていることが推定される場合、反射波の方向にも指向性を形成して通信を行う。この場合、直接波の電力が弱い場合には、直接波の方向に指向性を向けず、反射波のみに指向性を向けるようにしてもよい。また、第1または第2実施形態と同様に、基地局BSが、上記地形・建物データベースに加えて、一定時間後の移動局MSの位置を予測する位置予測手段を具備し、該位置予測手段により、一定時間後の移動局MSの位置を予測し、上記地形・建物データベースを用いて、その予測位置から反射波の存在を事前に推定して、指向性を制御するようにしてもよい。このように、本第4実施形態によれば、直接波のみならず電力の強い反射波を積極的に利用することにより、通信品質を向上させることができるという利点を有している。

#### 【0035】E. その他の実施形態

なお、上述した第1または第4実施形態では、基地局BSにおいて、指向性および送信電力を制御するようにしたが、これに限らず、移動局MSが指向性制御手段および送信電力制御手段を備え、該指向性制御手段により、基地局BSに対して指向性を形成するとともに、自局の送信電力を制御して通信を行うようにしてもよい。前述した第1ないし第4実施形態と異なるのは、指向性を形成する局が基地局BSではなく移動局MSである点である。この場合、移動局MSは、自局と基地局BSの位置関係を認識する位置関係認識手段を具備し、その位置関係から自局の位置と移動速度を計算して、位置予測手段により、一定時間後の自局の位置を予測し、指向性制御手段、送信電力制御手段により、予め指向性形成・送信電力制御を行う。また、移動局MSは、自局の移動経路を予め知っている場合もあるので、その移動経路情報を用いて一定時間後の自局の位置を予測することもできる。

【0036】上述した、移動局MSと基地局BSとの位置関係を認識する位置関係認識手段を実現するためには幾つかの方法が考えられる。1つは、移動局MSが自局

の位置を測定する位置測定手段を持つことである。具体的には、移動局MSが到来方向測定手段、遅延時間測定手段を具備し、基地局BSからの電波の到来方向および遅延時間から自局の位置を特定する。この到来方向測定手段および遅延時間測定手段は、基地局BSが移動局MSの位置を測定する場合にも不可欠であるが、移動局MSが自局の位置特定を行う場合には、さらに地球に固定されている座標軸に対する移動端末の角度を測定する絶対方向測定手段が必要である。何故なら、到来方向測定手段で測定した到来方向は移動端末に対する角度であり絶対方向でないためである。そこで、絶対方向を知るためには、地球に固定された座標軸に対する移動端末の角度を測定すればよい。この絶対方向測定手段としては、方位磁石、ジャイロなどが挙げられる。

【0037】また、移動局MSと基地局BSとの位置関係を認識する位置関係認識手段を実現する別の方法は、基地局BSが移動局MSの位置を測定して、それを移動局MSに知らせる方法である。この方法では、移動局MSが自局の位置特定を行うための手段を具備する必要がある。移動局MSの負荷を軽減できるという利点がある。

【0038】ところで、移動局MSが指向性形成を行う場合、移動局MSが自局の予測位置を計算して基地局BSの方向に指向性を形成するのであるが、この時にも、地球に固定された座標軸に対する移動端末の角度を測定する絶対方向測定手段が不可欠である。何故なら、基地局BSの絶対方向から、移動端末の各アンテナ出力に乗ずるウェイトを導くためには、地球に固定された座標軸に対する移動端末の角度を知る必要があるからである。

【0039】また、上述した第3または第4実施形態では、基地局BSが指向性制御手段、送信電力制御手段、地形・建物データベースおよび位置予測手段を具備し、指向性制御または送信電力制御する技術について説明したが、これに限らず、移動局MSが指向性制御手段、送信電力制御手段、地形・建物データベースおよび位置予測手段を具備し、地形・建物データベースを用いて反射波を推定し、基地局BSに対する指向性制御または送信電力制御を行うようにしてもよい。すなわち、指向性を形成する主体を、基地局BSに代えて、移動局MSとしてもよい。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、一定時間後の移動局の位置を予測し、該予測された移動局の予測位置に基づいて、前記移動局に対する指向性の方向を決定するとともに、前記移動局に対する送信電力を制御する。したがって、移動先の移動局に対して通信の開始から理想的な指向性パターンで通信を行うことができるため、位置測定期間中の不完全な指向性パターンによる通信品質の劣化、通信の切断を避けることがで

き、最良の品質で通信を行うことができるという利点を得られる。また、地形・建物の地物データベースを用いることで、移動局の予測位置から電波が遮断・減衰されるか否か、どの程度の減衰か、ということが予め分るので、通信を開始する前に予め送信電力を強めておくことができ、通信品質の劣化・通信の切断を避けることができるという利点を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態による指向性・送信電力制御方式のバースト通信における動作を説明するための概念図である。

【図2】 本第1実施形態において、移動局が位置Aから位置Bに移動する様子を示す概念図である。

【図3】 本第1実施形態において、移動局の移動に従って基地局の指向性を変化させる様子を示す概念図である。

【図4】 本第1実施形態において、移動局が位置Aから位置Bに移動し、基地局との距離が離れる様子を示す概念図である。

【図5】 本第1実施形態において、移動局の移動に従って基地局の指向性および送信電力を変化させる様子を示す概念図である。

【図6】 本発明の第2実施形態による指向性・送信電力制御方式の連続通信における移動局の移動経路を示す概念図である。

【図7】 本第2実施形態において、連続通信での位置測定のタイミングを示す概念図である。

【図8】 移動局と基地局の間に電波を遮断・減衰させる地物が存在する場合の移動局の移動経路を示す概念図である。

【図9】 従来技術において、基地局が移動している移動局に対して徐々に指向性を切り替えて通信を行う状況を示す概念図である。

【図10】 基地局を始点とし移動局を終点とするベクトルの極座標表示を示す概念図である。

【図11】 従来技術による指向性制御手段を具備している基地局の構成を示すブロック図である。

【図12】 従来技術によるアダプティブアレイを具備している基地局の構成を示すブロック図である。

【図13】 バースト通信での移動局の移動経路を示す概念図である。

【図14】 図13で移動局が位置している位置A～Fに対応するバースト通信を示す概念図である。

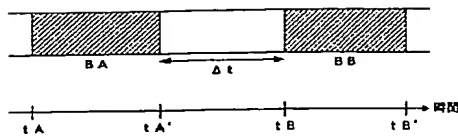
【図15】 従来技術において、移動局と基地局の間に電波を遮断・減衰させる地物が存在する場合の移動局の移動経路を示す概念図である。

【符号の説明】

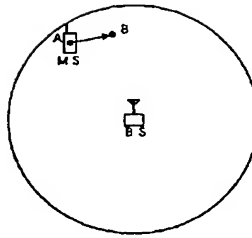
BS 基地局

MS 移動局

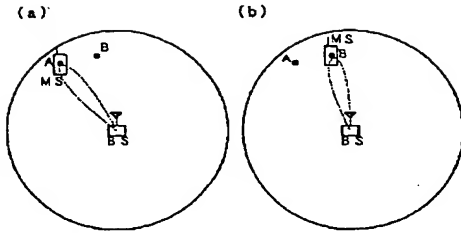
【図1】



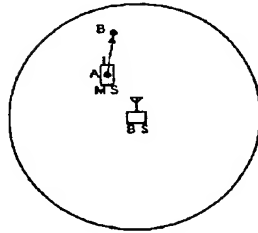
【図2】



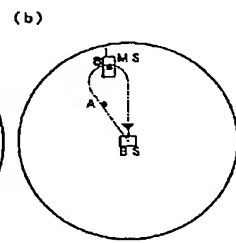
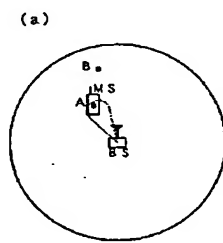
【図3】



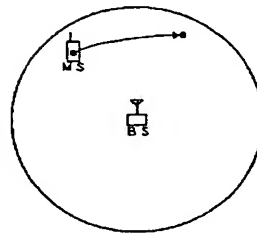
【図4】



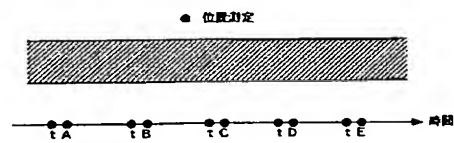
【図5】



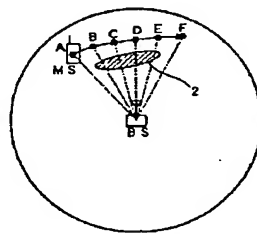
【図6】



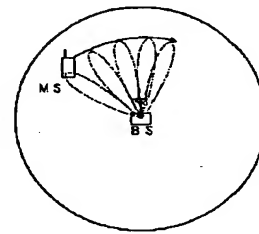
【図7】



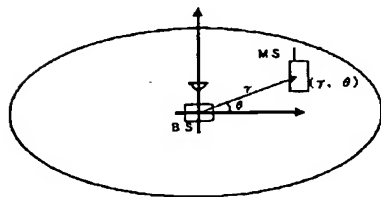
【図8】



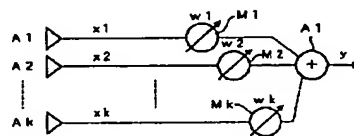
【図9】



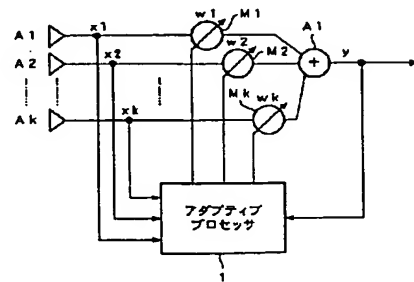
【図10】



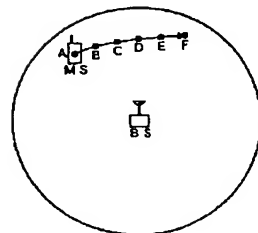
【図11】



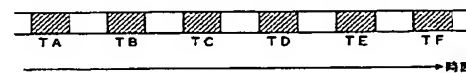
【図12】



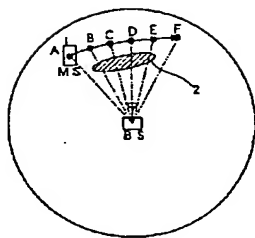
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

(72)発明者 久保田 周治  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

F ターム(参考) 5K059 CC04 DD06  
5K067 AA23 CC24 EE02 EE10 GG08  
HH22 HH23 JJ53 KK02